



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 23 918 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 L 21/306**  
B 08 B 3/02  
B 08 B 3/08  
B 08 B 3/12

⑳ Aktenzeichen: 197 23 918.8  
㉔ Anmeldetag: 6. 6. 97  
㉕ Offenlegungstag: 14. 5. 98

DE 197 23 918 A 1

③0 Unionspriorität:  
8-299097 11. 11. 96 JP  
⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
Prüfer und Kollegen, 81545 München

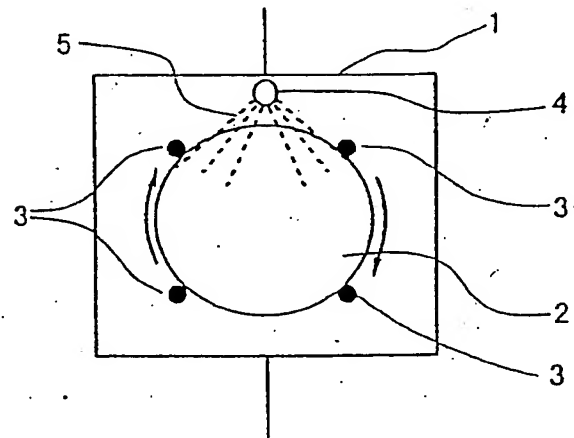
⑦2 Erfinder:  
Konishi, Toko, Tokio/Tokyo, JP; Ban, Koji,  
Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung

⑤7 Eine Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung umfaßt eine Reinigungseinrichtung für ein Halbleiterwerkstück unter Verwendung einer Reinigungsflüssigkeit, eine Zuführeinrichtung für Trocknungsflüssigkeit und eine Abführeinrichtung für die Reinigungsflüssigkeit. Die Reinigungseinrichtung reinigt das Werkstück durch Sprühen von chemischer Flüssigkeit und/oder reinem Wasser in eine Kammer und/oder Tauchen des Werkstücks in die chemische Flüssigkeit und/oder reines Wasser. Die Zuführeinrichtung läßt trocknende chemische Flüssigkeit oder Dampf in Kontakt mit der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder reinem Wasser, in die bzw. das das Halbleiterwerkstück eingetaucht wird, ein. Die Abführeinrichtung führt die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser begrenzt durch die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser ab.



DE 197 23 918 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren und eine Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung.

Insbesondere bezieht sie sich auf ein Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren und eine Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung, die in einer Halbleiterwaferfertigungs- bzw. -bearbeitungslinie zur Reinigung eines Halbleiterwerkstücks übernommen oder dort installiert werden kann.

Die Bedeutung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorgangs in einem Halbleitervorrichtungsherstellungsvorgang ist mit den fein-strukturierten Halbleitervorrichtungen gestiegen. Kürzlich wurde eine Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung, die eine Vielzahl von chemischen Reinigungsvorgängen in einem Behälter durchführt, häufig zur Verringerung des zur Installation der Reinigungsvorrichtung erforderlichen Raum- bzw. Platzbedarfs z. B. Fußboden verwendet.

Naßchemische Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtungen werden grob unterteilt in Tauch-Reinigungsvorrichtungen, die ein Werkstück zur Reinigung in eine chemische Flüssigkeit tauchen, und Sprüh-Reinigungsvorrichtungen, die zur Reinigung eine chemische Flüssigkeit auf das Werkstück sprühen.

Eine herkömmliche Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Eintauch-Typ wird unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschrieben. Bei dieser herkömmlichen Reinigungsvorrichtung wird ein Werkstück 2 fest auf Führungselementen 3 in einem durch einen Behälter definierten Kammer 1 gehalten und zur Reinigung des Werkstücks 2 wird eine chemische Reinigungsflüssigkeit oder reines Wasser über einen unteren Teil des Behälters der Kammer 1 zugeführt und über einen oberen Teil des Behälters aus der Kammer 1 abgeführt. Heißes reines Wasser und kaltes reines Wasser werden in einer Leitung 4a gemischt, um der Kammer 1 reines Wasser mit einer vorbestimmten Temperatur mit einer vorbestimmten Durchflußleistung zuzuführen. Die chemische Flüssigkeit wird von einer chemischen Flüssigkeits-Zuführinrichtung 4b zur Leitung 4a zugeführt, so daß die chemische Flüssigkeit gleichzeitig mit reinem Wasser zur Kammer 1 zugeführt werden kann.

Bei dieser Reinigungsvorrichtung muß in der Kammer 1 enthaltenes reines Wasser durch die chemische Flüssigkeit ersetzt werden, um das Werkstück 2 in die chemische Flüssigkeit einzutauchen. Die in der Kammer 1 enthaltene chemische Flüssigkeit muß zum Wasserabspülen nach dem Eintauchen des Werkstücks 2 in die chemische Flüssigkeit durch reines Wasser ersetzt werden. Der Vorgang des Ersetzens von reinem Wasser durch die chemische Flüssigkeit und der Vorgang des Ersetzens der chemischen Flüssigkeit durch reines Wasser beanspruchen viel Zeit. Insbesondere beansprucht der Wasserabspülvorgang nachfolgend auf den Eintauchvorgang des Tauchens des Werkstücks in die chemische Flüssigkeit beträchtliche Zeit, um den spezifischen Widerstand des Abspülwassers wiederherzustellen, was die Bearbeitungseffizienz (den Durchsatz) des Vorgangs verringert.

Eine herkömmliche Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp wird unter Bezugnahme auf Fig. 8 beschrieben. Bei dieser Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp wird ein Werkstück 2 mittels von Führungselementen 3 gehalten und gedreht und eine Düse 4 sprüht zur Reinigung eine Reinigungsflüssigkeit 5 auf das Werkstück 2. Die Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp kann, verglichen mit der Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Tauchtyp leicht von einem chemi-

schen Reinigungsvorgang zu einem Wasserabspülvorgang verändert werden und daher ist der Durchsatz der Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp höher als der der Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Tauchtyp.

Wenn jedoch das Werkstück gedreht wird, um dasselbe nach dem letzten Abspülvorgang zu schleudertrocknen, werden Wasser- bzw. Wasserstandsmarken, d. h. Flecken, auf der Oberfläche des Werkstücks gebildet. Auf dem Werkstück gebildete Wasser- bzw. Wasserstandsmarken beeinflussen die Eigenschaften einer durch Verarbeitung des Werkstücks hergestellten Vorrichtung nachteilig und verringern die Güte des Vorrichtungsherstellungssystems bedeutend. Somit ist die Bildung von Wasser- bzw. Wasserstandsmarken auf dem Werkstück ein Problem der Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp.

Es wurde keine Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung ausgebildet, die mit einem Einzelbehälter, in dem eine Vielzahl von chemischen Flüssigkeiten zur Reinigung verwendet wird, vorgesehen ist und die Werkstücke mit einem hohen Durchsatz reinigen und die Reinigung der Werkstücke ohne Bildung von Wasser- bzw. Wasserstandsmarken darauf durchführen kann.

Wie vorstehend erwähnt, erfordern die herkömmlichen Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtungen viel Zeit zur Reinigung und sind unwirtschaftlich und bilden während des Trocknens nach dem Reinigen Wasser- bzw. Wasserstandsmarken auf den Werkstücken.

Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung darin, die vorstehenden Probleme zu lösen und ein Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren und eine Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung anzugeben, die wirkungsvoll Halbleiterwerkstücke reinigen und die Bildung von Wasser- bzw. Wasserstandsmarken auf den Halbleiterwerkstücken verhindern können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 oder ein Verfahren nach Anspruch 20.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung eine Reinigungseinrichtung für ein Halbleiterwerkstück unter Verwendung einer chemischen Flüssigkeit oder reinen Wassers, eine Zuführeinrichtung für Trocknungsflüssigkeit und eine Abführungseinrichtung für die Reinigungsflüssigkeit. Die Reinigungseinrichtung reinigt das Werkstück mittels Sprühen einer chemischen Bearbeitungsflüssigkeit und/oder reinen Wassers in eine Kammer, und/oder Tauchen des Werkstücks in die bearbeitende chemische Flüssigkeit und/oder reines Wasser. Die Zuführeinrichtung bringt trocknende chemische Flüssigkeit oder Dampf in Kontakt mit der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinem Wasser, in das das Halbleiterwerkstück eingetaucht wird. Die Abführungseinrichtung führt die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser ab, die oder das durch die/den trocknende chemische Flüssigkeit oder Dampf begrenzt sind.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die bearbeitende chemische Flüssigkeit und/oder reines Wasser zur Reinigung des Halbleiterwerkstücks gesprüht und dann wird der Kammer eine andere bearbeitende chemische Flüssigkeit zugeführt, um das Halbleiterwerkstück einzutauchen.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser in die Kammer über einen unteren Teil der Kammer zugeführt oder aus ihr abgeführt.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden

Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung das Halbleiterwerkstück umgedreht, wenn die untere Hälfte des Halbleiterwerkstücks in die bearbeitende chemische Flüssigkeit eingetaucht ist, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit der Kammer zugeführt wird. Dann wird die bearbeitende chemische Flüssigkeit weiter der Kammer zugeführt.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die chemische Trocknungsflüssigkeit über einen oberen Teil der Kammer zugeführt und die chemische Trocknungsflüssigkeit bildet eine Grenzschicht, die eine obere Gasphase von einer unteren Flüssigphase trennt, wenn die chemische Trocknungsflüssigkeit in Kontakt mit der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinem Wasser kommt oder sich darin auflöst.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung der chemische Trocknungsdampf über einen oberen Teil der Kammer zugeführt, so daß sich der chemische Trocknungsdampf auflöst oder in einer Oberflächenschicht der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinem Wasser kondensiert, um eine Blockierungs- bzw. Sperr-Grenzschicht in der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinem Wasser zu bilden. Bevorzugterweise ist die Dicke der Blockierungs- bzw. Sperr-Grenzschicht größer als die Wellenhöhe von Oberflächenwellen der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder des reinen Wassers. Weiterhin beträgt die Dicke der Blockierungs- bzw. Sperr-Grenzschicht bevorzugterweise 2 mm oder mehr.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die chemische Trocknungsflüssigkeit der Kammer über einen unteren Teil der Kammer zugeführt, um die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser, in die bzw. das das Halbleiterwerkstück eingetaucht wird, durch die chemische Trocknungsflüssigkeit zu ersetzen.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die bearbeitende chemische Flüssigkeit aus einer Gruppe von gemischter Flüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und Wasser; Chlorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure); oder Ozon und Wasser; oder elektrolytischem ionischen Wasser, ausgewählt.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die bearbeitende chemische Flüssigkeit aus einer Gruppe von gemischter Flüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Fluorwasserstoffsäure und Wasser; Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; oder Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure) ausgewählt und die bearbeitende chemische Flüssigkeit wird zur Oxidschichtentfernung verwendet.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die chemische Trocknungsflüssigkeit Isopropylalkohol oder Fluorinert (Marke für inerte Flüssigkeit der Fluorgruppe der 3M Company, USA).

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung ist in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die Kammer mit einem oder einer Vielzahl von Düsen zum Sprühen der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinem Wasser versehen.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung die Sprühhichtung der Düse oder Düsen verändert, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser gesprüht werden.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung das innerhalb der Kammer gehaltene Halbleiterwerkstück gedreht, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder das reine Wasser gesprüht werden.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung werden in der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung verschiedene bearbeitende chemische Flüssigkeiten oder Wasser aufeinanderfolgend durch die Düse oder Düsen innerhalb der Kammer auf das Werkstück gesprüht.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung weiterhin eine Einrichtung zum Erhitzen bzw. Heizen der oder des bei einer vorbestimmten Temperatur zur Kammer zuzuführenden chemischen Bearbeitungsflüssigkeit oder reinen Wassers oder eine Einrichtung zur Regulierung der Konzentration der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung weiterhin eine Temperaturreguliereinrichtung zur Regulierung der Temperatur im Inneren der Kammer.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung umfaßt die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung weiterhin eine Rückföhreineinrichtung zum Rückgewinnen der aus der Kammer abgeführten chemischen Bearbeitungsflüssigkeit und zum Rückföhren derselben in die Kammer.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung umfaßt die Halbleiterwerkstück-Reinigungseinrichtung weiterhin eine an der Kammer angeordnete Megasehall-Oszillationseinrichtung.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist die Megasehall-Oszillationseinrichtung an einem Teil der Kammer angeordnet und das Halbleiterwerkstück wird gedreht, um den Megasehall-Effekt auf das gesamte Halbleiterwerkstück auszuüben.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist ein Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren durch die Art und Weise gekennzeichnet, wie es in jeder der vorstehenden Reinigungsvorrichtungen durchgeführt wird.

Gemäß einem anderen Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird das Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren unter Verwendung einer der vorstehend erklärten Reinigungsvorrichtungen durchgeführt.

Weiteren Aufgaben, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden aus der nachstehenden ausführlichen Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

Es zeigen:

Fig. 1(a), 1(b) und 1(c) Konzeptansichten zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 2(a), 2(b), 2(c) und 2(d) Konzeptansichten zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine Konzeptansicht zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 4(a), 4(b) und 4(c) Konzeptansichten zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem vierten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 eine typische Ansicht zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung.

terwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 6(a) und 6(b) Konzeptansichten zur Erklärung einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem sechsten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel,

Fig. 7 eine abstrakte Ansicht einer herkömmlichen Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Tauchtyp und

Fig. 8 eine abstrakte Ansicht einer herkömmlichen Einzelbehälter-Reinigungsvorrichtung vom Sprühtyp.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnung, in der dieselben Bezugszeichen identische oder entsprechende Teile bezeichnen, wird nun das erste bis sechste Ausführungsbeispiel beschrieben.

#### Erstes Ausführungsbeispiel

Die Fig. 1(a), 1(b) und 1(c) sind Konzeptansichten zur Erklärung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

In Fig. 1(a) ist eine kassettenlose Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gezeigt, die einen Halbleiterwafer 2, d. h. ein zu reinigendes Halbleiterwerkstück, mittels von Führungselementen 3 in einer vertikalen Position hält, den Halbleiterwafer 2 in einer Kammer 1 dreht und eine Reinigungsflüssigkeit oder reines Wasser 5 mittels einer Düse 4 zur Reinigung des Halbleiterwafers 2 auf den Halbleiterwafer 2 sprüht. Die Führungselemente 3 werden zur Drehung des Halbleiterwafers 2 gedreht, eine durch Mischen von Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser hergestellte erste bearbeitende chemische Flüssigkeit (erste Reinigungsflüssigkeit) wird mittels der Düse 4 auf den Wafer 2 zur Entfernung von organischen Substanzen und dergleichen vom Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird zum Abspülen reines Wasser auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird eine zweite Reinigungsflüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und Wasser, zur Entfernung von Partikeln auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht und dann wird zum Abspülen reines Wasser auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird eine dritte Reinigungsflüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Chlorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser zur Entfernung von metallischen Verunreinigungen auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht und das reine Wasser wird zum Abspülen gesprüht.

Dann wird, wie in Fig. 1(b) gezeigt, eine Fluorwasserstoffsäurelösung 6, d. h. eine bearbeitende chemische Flüssigkeit, über einen unteren Teil der Kammer 1 in die Kammer 1 zugeführt, um die Kammer 1 zur endgültigen Reinigung zur Entfernung einer durch natürliche Oxidation gebildeten Oxidschicht mit der Fluorwasserstoffsäurelösung aufzufüllen. Reines Wasser 9 wird über den unteren Teil der Kammer 1 in die Kammer 1 zugeführt, um zum Abspülen die Fluorwasserstoffsäurelösung zu ersetzen. Nach dem Auffüllen der Kammer 1 mit dem reinem Wasser 9 wird ein Trocknungsvorgang gestartet.

Wie in Fig. 1(c) gezeigt, wird ein Isopropylalkoholdampf (IPA Dampf) 7, d. h. ein trocknender chemischer Dampf, zum Trocknen über einen oberen Teil der Kammer 1 in die mit reinem Wasser 9 aufgefüllte Kammer 1 zugeführt. Der einem oberen Teil der Kammer 1 zugeführte Isopropylalkoholdampf 7 kommt in Kontakt mit dem reinem Wasser 9, der Isopropylalkoholdampf 7 löst sich in dem reinem Wasser 9 oder kondensiert und eine Isopropylalkohol/reines Wasser-Grenzschicht 8 wird gebildet. Die Grenzschicht 8 trennt das reine Wasser 9 von einer Gasphase, d. h. dem Isopropylalkoholdampf 7, der über der Grenzschicht 8 verbreitet ist. Demzufolge ist das reine Wasser 9 von dem Umgebungsgas (der Umgebungsluft, Umgebungsatmosphäre oder der Atmo-

sphäre) isoliert.

Während der Isopropylalkoholdampf 7 durch den oberen Teil der Kammer 1 der Kammer 1 zugeführt wird, wird das reine Wasser 9 durch einen unteren Teil der Kammer 1 mit einer Geschwindigkeit abgeleitet, die die Beibehaltung der Grenzschicht 8 ermöglicht. Nach der vollständigen Ableitung des reinen Wassers 9 aus der Kammer 1, wird Stickstoffgas (N<sub>2</sub>) über einen oberen Teil der Kammer 1 der Kammer 1 zugeführt, um die Kammer 1 von Isopropylalkoholdampf zu reinigen. Somit können das Gas (die Umgebungsluft, die Umgebungsatmosphäre oder die Atmosphäre) und die Flüssigkeit (reines Wasser) während des Trocknens perfekt voneinander getrennt werden, so daß der Halbleiterwafer 2 ohne Bildung irgendeiner Wasser- bzw. Wasserstandsmaße darauf gereinigt und getrocknet werden kann.

Mittels der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung zu reinigende Werkstücke umfassen Halbleiterwafer, Masken und dergleichen.

Das Halbleiterwerkstück kann in einer kassettenlosen Betriebsart gehalten werden, wie in den Fig. 1(a) bis 1(c) gezeigt, oder in einer Kassetten-Betriebsart, wie in Fig. 8 gezeigt.

Flüssigphasen-Isopropylalkohol kann anstelle von Gasphasen-Isopropylalkohol als eine trocknende chemische Flüssigkeit bzw. chemische Trocknungsflüssigkeit verwendet werden.

Eine mögliche bearbeitende (reinigende) chemische Flüssigkeit (Bearbeitungsflüssigkeit) ist eine oder eine Vielzahl aus einer Mischung von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und Wasser, einer Mischung von Chlorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser, einer Mischung aus Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser, einer Mischung aus Fluorwasserstoffsäure und Wasser, einer Mischung aus Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser, einer Mischung aus Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure), einer Mischung aus Ozon und Wasser, und elektrolytischem ionischen Wasser.

Die bearbeitende chemische Flüssigkeit (Bearbeitungsflüssigkeit) zur Entfernung von Oxidschichten nach der Reinigung ist eine Mischung aus Fluorwasserstoffsäure und Wasser, eine Mischung aus Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser, oder eine Mischung aus Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure).

Die trocknende chemische Flüssigkeit ist ein Flüssigphasen- oder Gasphasen-Isopropylalkohol, Fluorinert (C<sub>8</sub>F<sub>18</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>7</sub>O) (Marke der 3M Company, USA).

Die Kammer kann mit einer oder einer Mehrzahl von Düsen an einer oder einer Mehrzahl von Positionen ausgestattet sein, um die chemische Flüssigkeit und das reine Wasser zu sprühen.

Es ist zur wirkungsvollen Reinigung bevorzugt, das Halbleiterwerkstück stationär zu halten und die Düse hin und her zu bewegen und zu drehen, um die chemische Flüssigkeit aus verschiedenen Richtungen auf das Halbleiterwerkstück zu sprühen.

Das Halbleiterwerkstück kann in einer vertikalen oder nahezu vertikalen Position gehalten werden und die chemische Flüssigkeit kann auf das Halbleiterwerkstück gesprüht werden, während das Halbleiterwerkstück gedreht wird.

Im allgemeinen werden verschiedene bearbeitende Flüssigkeiten aufeinanderfolgend von der Düse gesprüht, um verschiedene Arten von dem Halbleiterwerkstück anhängenden fremden Substanzen zu entfernen.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung offensichtlich ist, reinigt die Reinigungsvorrichtung oder das Reinigungsverfahren das Halbleiterwerkstück beim Vorgang wirkungs-

voll ohne Bildung von irgendwelchen Wasser- bzw. Wasserstandsmarken auf dem Halbleiterwerkstück.

### Zweites Ausführungsbeispiel

Die Fig. 2(a), 2(b), 2(c) und 2(d) sind Konzeptansichten zur Erklärung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Wie in Fig. 2(a) gezeigt, hält die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung einen Halbleiterwafer 2, d. h. ein zu reinigendes Halbleiterwerkstück, mittels von Führungselementen 3 in einer vertikalen Position, dreht den Halbleiterwafer 2 in einer Kammer 1 und sprüht eine Reinigungsflüssigkeit oder reines Wasser 5 mittels an einer Vielzahl von Positionen innerhalb der Kammer 1 angeordneten Düsen 4 auf den Halbleiterwafer 2, um den Halbleiterwafer 2 zu reinigen. Die Führungselemente 3 werden zur Drehung des Halbleiterwafers 2 gedreht, eine durch Mischen von Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser hergestellte erste bearbeitende chemische Flüssigkeit (erste Reinigungsflüssigkeit) wird mittels der Düsen 4 zur Entfernung von organischen Substanzen und dergleichen vom Halbleiterwafer 2 auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird reines Wasser zum Abspülen auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird eine zweite Reinigungsflüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und Wasser, zum Entfernen von Partikeln auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht, und dann wird reines Wasser zum Abspülen auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht. Dann wird eine dritte Reinigungsflüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Chlorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser, zum Entfernen metallischer Verunreinigungen auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht und reines Wasser wird zum Abspülen gesprüht. Da die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung mit der Vielzahl von Düsen 4 ausgestattet ist, kann die zur Reinigung des Halbleiterwerkstücks erforderliche Zeit verkürzt werden und die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung arbeitet mit einer hohen Effizienz (Durchsatz).

Nach Beendigung des Sprühereinigungsvorgangs wird eine Fluorwasserstoffsäurelösung 6 (zweite bearbeitende Flüssigkeit) über einen unteren Teil der Kammer 1 mit einer vorbestimmten Zuführrate mit einer Geschwindigkeit von  $x$  l/min, wie in Fig. 2(b) gezeigt, zur endgültigen Reinigung zugeführt. Nachdem die Kammer 1 zur Hälfte gefüllt ist, werden die Führungselemente 3 gedreht, um den Halbleiterwafer 2 umzukehren, wie in Fig. 2(c) gezeigt, und die Fluorwasserstoffsäurelösung 6 wird mit der Zuführrate mit einer Geschwindigkeit von  $x$  l/min über den unteren Teil der Kammer 1 zugeführt, um die Kammer 1 aufzufüllen.

Nach dem Eintauchen des Halbleiterwafers 2 in der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 für eine bestimmte Eintauchzeit, wird die Fluorwasserstoffsäurelösung 6 über den unteren Teil der Kammer 1 mit einer Ableitungsrate mit einer Geschwindigkeit von  $x$  l/min, die gleich der Zuführrate ist, abgeleitet und Flüssigphasen-Isopropylalkohol (IPA) 10, d. h. eine chemische Trocknungsflüssigkeit, wird über einen oberen Teil der Kammer 1 der Kammer 1 zugeführt. Der Teil des Flüssigphasen-Isopropylalkohols in Kontakt mit der Oberfläche der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 löst sich in der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 und es wird eine Grenzschicht 11 aus Fluorwasserstoffsäurelösung und Isopropylalkohol gebildet. Die Zufuhr des Flüssigphasen-Isopropylalkohols wird gestoppt, nachdem die Dicke der Grenzschicht 11 auf 2 mm oder mehr zugenommen hat, und dann wird die Fluorwasserstoffsäurelösung 6 über einen oberen Teil der Kammer 1 mit einer vorbestimmten Ableitungsrate mit ei-

ner Geschwindigkeit von  $x$  l/min abgeleitet.

Stickstoffgas ( $N_2$ ) wird über einen oberen Teil der Kammer 1 mit einer Zuführrate, die die Dicke der Grenzschicht 11 aus Fluorwasserstoffsäurelösung und Isopropylalkohol nicht verändern wird, der Kammer zugeführt, während die Fluorwasserstoffsäurelösung 6 abgeleitet wird. Nach der vollständigen Ableitung der Flüssigkeit aus der Kammer 1, wird die Kammer 1 mit Stickstoffgas ( $N_2$ ) gereinigt. Somit wird die Fluorwasserstoffsäurelösung 6, d. h. die bearbeitende chemische Flüssigkeit, von der chemischen Trocknungsflüssigkeit, d. h. dem Isopropylalkohol, durch die Grenzschicht 11 getrennt, um die bearbeitende chemische Flüssigkeit von der Gasphasenschicht, d. h. der Stickstoffschicht zu trennen. Demzufolge kann die Fluorwasserstoffsäurelösung 6, d. h. die bearbeitende chemische Flüssigkeit, während des Trocknens perfekt vom Gas (der Umgebungsluft, der Umgebungsatmosphäre oder der Atmosphäre) getrennt werden, so daß der Halbleiterwafer 2 ohne Bildung irgendeiner Wasser- bzw. Wasserstandsmaße darauf gereinigt werden kann.

In diesem Ausführungsbeispiel wird die Grenzschicht zur Trennung der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit und der chemischen Trocknungsflüssigkeit voneinander mit einer Dicke von nicht weniger als 2 mm gebildet. Die Dicke der Trennschicht zur Trennung des Gases (der Umgebungsluft, der Umgebungsatmosphäre oder der Atmosphäre) vom Wasser oder der chemischen Reinigungsflüssigkeit ist größer als die Höhe von durch die Störung bzw. Beunruhigung der Flüssigkeitsoberfläche erzeugten Wellen, so daß die Trennschicht nicht gebrochen werden kann.

In diesem Ausführungsbeispiel wird der Halbleiterwafer 2 gedreht, um die gesamten Oberflächen des Halbleiterwafers 2 gleichmäßig in die chemische Bearbeitungsflüssigkeit einzutauchen, und daher können durch natürliche Oxidation auf den Oberflächen des Halbleiterwafers 2 gebildete Oxidschichten gleichmäßig durch Ätzen entfernt werden.

Wenn die chemische Trocknungsflüssigkeit der Kammer zugeführt wird, in der das Halbleiterwerkstück in die chemische Bearbeitungsflüssigkeit oder reines Wasser eingetaucht ist, wird die chemische Trocknungsflüssigkeit über einen oberen Teil der Kammer der Kammer zugeführt, wenn das spezifische Gewicht der chemischen Trocknungsflüssigkeit kleiner als das der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit ist, um die in der Kammer enthaltene Reinigungsflüssigkeit oder das reine Wasser durch die chemische Trocknungsflüssigkeit zu ersetzen. Wenn das spezifische Gewicht der chemischen Trocknungsflüssigkeit größer als das der in der Kammer enthaltenen chemischen Bearbeitungsflüssigkeit ist, wird die chemische Trocknungsflüssigkeit über einen unteren Teil der Kammer der Kammer zugeführt, um die chemische Bearbeitungsflüssigkeit durch die chemische Trocknungsflüssigkeit zu ersetzen. Die chemische Trocknungsflüssigkeit ist Isopropylalkohol oder Fluorinert ( $C_8F_{18}$ ,  $C_4F_9$ ,  $C_4F_7O$ ) (Marke der 3M Company, USA).

### Drittes Ausführungsbeispiel

Fig. 3 ist eine Konzeptansicht zur Erklärung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung umfaßt ein Reinigungssystem ähnlich denen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels, und ein chemisches Flüssigkeitsrecyclingsystem zur Rückgewinnung der verwendeten chemischen Reinigungsflüssigkeit, Raffinierung bzw. Abscheidung der zurückgewonnenen chemischen Reinigungsflüssigkeit und Verwendung der abgeschiedenen chemischen



### Reinigungsflüssigkeit.

Ein Reinigungssystem 12 sprüht eine chemische Bearbeitungsflüssigkeit auf ein Werkstück und dann wird die kontaminierte chemische Bearbeitungsflüssigkeit, die mit vom Werkstück abgewaschenen fremden Substanzen kontaminiert ist, über eine Abführleitung 13 in eine Abfallflüssigkeitsrückgewinnungseinrichtung 15 abgeführt, die mit Abfallflüssigkeitsbehältern 14 für verschiedene bearbeitende chemische Flüssigkeiten ausgestattet ist. Die Abfallflüssigkeitsrückgewinnungseinrichtung 15 speichert die verschiedenen chemischen Abfallflüssigkeiten getrennt jeweils in diesen Abfallflüssigkeitsbehältern 14. Die rückgewonnenen chemischen Abfallflüssigkeiten werden mittels Abscheidungseinrichtungen 16 abgeschieden bzw. raffiniert. Die nach Abscheidung der chemischen Abfallflüssigkeiten in den Abscheidungseinrichtungen 16 verbleibenden Reste werden aus den Abscheidungseinrichtungen 16 abgeführt. Die abgeschiedenen chemischen Flüssigkeiten werden zu chemischen Flüssigkeitsbehältern 17 einer chemischen Flüssigkeitszuführeinrichtung 18 geschickt und dort gespeichert. Neue chemische Flüssigkeiten können den chemischen Flüssigkeitsbehältern 17 zugeführt werden. Wenn die Menge der in jedem chemischen Flüssigkeitsbehälter 17 enthaltenen chemischen Flüssigkeit unter eine vorbestimmte Menge abnimmt, wird der chemische Flüssigkeitsbehälter 17 mit der neuen chemischen Flüssigkeit nachgefüllt.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung offensichtlich, wird in dem Reinigungssystem 12 der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung ähnlich denen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels die verwendete chemische Flüssigkeit vom Reinigungssystem 12 über die Abführleitung 13 abgeführt, die verwendete chemische Flüssigkeit wird rückgewonnen und abgeschieden und dann wird die abgeschiedene chemische Flüssigkeit in den chemischen Flüssigkeitszuführbehältern 17 der chemischen Flüssigkeitszuführeinrichtung 18 gespeichert, um die rückgewonnene chemische Flüssigkeit wieder zu verwenden.

Da die zur Reinigung verwendete bearbeitende chemische Flüssigkeit wiederverwendet werden kann, werden die Reinigungskosten verringert. Die Verringerung der chemischen Abfallflüssigkeit ist im Hinblick auf Umweltschutz vorteilhaft.

### Viertes Ausführungsbeispiel

Die Fig. 4(a), 4(b) und 4(c) sind Konzeptansichten zur Erklärung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem vierten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Diese Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung wird mit einem Reinigungssystem 12 ähnlich denen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels ausgestattet und kann eine verwendete chemische Trocknungsflüssigkeit rückgewinnen und wiederverwenden.

Gemäß Fig. 4(a) wird ein Halbleiterwafer 2, d. h. ein Halbleiterwerkstück, mittels Führungselementen in einer Kammer 1 in einer vertikalen Position gehalten, eine chemische Bearbeitungsflüssigkeit, d. h. eine Reinigungsflüssigkeit, oder reines Wasser 5 wird aus Düsen 4 zur Reinigung des Halbleiterwafers 2 auf den Halbleiterwafer 2 gesprüht, während der Halbleiterwafer 2 gedreht wird. Dann wird, wird in Fig. 4(b) gezeigt, eine Fluorwasserstoffsäurelösung 6, d. h. eine chemische Bearbeitungsflüssigkeit für eine endgültige Reinigung, über einen unteren Teil der Kammer 1 der Kammer 1 mit einer vorbestimmten Zuführrate mit einer Geschwindigkeit  $x$  l/min zugeführt. Nach Eintauchen des

Halbleiterwafers 2 in der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 für eine vorbestimmte Zeit, wird ein Gasphasen-Isopropylalkohol 7, d. h. trocknender chemischer Dampf bzw. chemisches Trocknungsgas, über einen oberen Teil der Kammer 1 der Kammer 1 zugeführt.

Dann löst sich, wie in Fig. 4(c) gezeigt, ein Teil des Gasphasen-Isopropylalkohols 7 in Kontakt mit der Oberfläche der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 in der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 oder kondensiert auf der Oberfläche der Fluorwasserstoffsäurelösung 6 und eine Grenzschicht 11 aus Fluorwasserstoffsäurelösung und Isopropylalkohol wird gebildet. Auf eine Zunahme der Dicke der Grenzschicht 11 auf nicht weniger als 2 mm hin wird die Fluorwasserstoffsäurelösung 6 von einem unteren Teil der Kammer 1 mit einer Abführrate gleich der Zuführrate mit einer Geschwindigkeit  $x$  l/min abgeführt und der Gasphasen-Isopropylalkohol wird mit einer Zuführrate zugeführt, die die Dicke der Grenzschicht 11 der Fluorwasserstoffsäurelösung und des Isopropylalkohols nicht verändern wird.

Während der Kammer 1 zum Trocknen des Halbleiterwafers 2 und zum Ersetzen der chemischen Bearbeitungsflüssigkeit der Gasphasen-Isopropylalkohol zugeführt wird, wird die Mischung der Fluorwasserstoffsäurelösung und des Isopropylalkohols aus dem Reinigungssystem 12 abgeleitet. Die abgeleitete Mischung der Fluorwasserstoffsäurelösung und des Isopropylalkohols wird mittels einer Rückgewinnungseinrichtung 19 rückgewonnen, die rückgewonnene Mischung wird zu einem Fluor(F)-Entfernungssystem 20 geschickt. Das Fluor-Entfernungssystem 20 besitzt beispielsweise einen mit einem Ionentauscherharz bepackten Fluorentfernungsbehälter. Wenn eine Fluor enthaltende Flüssigkeit den Fluorentfernungsbehälter passiert, wird in der Flüssigkeit enthaltenes Fluor entfernt. Die Abfallflüssigkeit wird nach der Entfernung von Fluor zu einem Destillationsabscheidungssystem 21 geschickt, nur Isopropylalkohol wird rückgewonnen und zu einer Isopropylalkoholzuführeinrichtung 22 geschickt. Neuer Isopropylalkohol kann zu der Isopropylalkoholzuführeinrichtung 22 zugeführt werden. Wenn die in der Isopropylalkoholzuführeinrichtung 22 enthaltene Menge Isopropylalkohol unter eine vorbestimmte Menge abnimmt, wird die Isopropylalkoholzuführeinrichtung 22 mit neuem Isopropylalkohol nachgefüllt.

Wenn das Halbleiterwerkstück durch direktes Ersetzungstrocknen in dem Reinigungssystem 12 der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung in dem vierten Ausführungsbeispiel, die ähnlich denen des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels ist, getrocknet wird, wird Fluor selektiv aus der chemischen Trocknungsflüssigkeit, d. h. einer Mischung aus Isopropylalkohol und anderen Substanzen, entfernt und die so rückgewonnene und abgeschiedene chemische Trocknungslösung wird wieder verwendet.

Da die für das direkte Ersetzungstrocknen verwendete chemische Trocknungsflüssigkeit, d. h. der Isopropylalkohol, recycelt wird, werden die Kosten verringert. Die Verringerung der Abfallflüssigkeit ist im Hinblick auf Umweltschutz vorteilhaft.

### Fünftes Ausführungsbeispiel

Fig. 5 ist eine typische Ansicht zur Erklärung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß einem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung ist mit einer chemischen Flüssigkeitseigenschaft- bzw. -beschaffenheits-Steuereinrichtung zur Einstellung der Temperatur und der Konzentration einer chemischen Flüssigkeit, die einer Kammer zuzuführen ist, eine gewünschte Temperatur

und eine gewünschte Konzentration ausgestattet.

Wie in Fig. 5 gezeigt, besitzt eine chemische Flüssigkeitszuführeinrichtung 23 chemische Flüssigkeitszuführbehälter 22, die jeweils chemische Bearbeitungsflüssigkeiten, d. h. reinigende chemische Flüssigkeiten, enthalten. Eine chemische Flüssigkeitsherstelleinrichtung 25 besitzt Einstellbe-  
hälter 24, die die Konzentrationen und Temperaturen der chemischen Reinigungsflüssigkeiten einstellen können. Die chemische Flüssigkeitsherstelleinrichtung 25 stellt die Tem-  
peraturen und die Konzentrationen der chemischen Flüssig-  
keiten aufgewünschte Temperaturen bzw. gewünschte Kon-  
zentrationen ein.

Die chemische Reinigungsflüssigkeit mit einer durch die chemische Flüssigkeitsherstelleinrichtung 25 eingestellten Temperatur und Konzentration wird einer Kammer 1 zur Reinigung eines Halbleiterwerkstücks zugeführt. Die Kam-  
mer 1 ist mit einer Temperaturreguliereinrichtung 26 ein-  
schließlich einer Heizeinrichtung, einer Wasserkühleinrich-  
tung und einer elektronischen Kühleinrichtung zur Regulie-  
rung der Temperatur der chemischen Reinigungslösung aus-  
gestattet. Daher kann die Temperatur der reinigenden che-  
mischen Flüssigkeit sehr genau reguliert werden, was die  
Reinigungswirksamkeit erhöht und die genaue Steuerung  
der Ätzrate ermöglicht.

Diese Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung ge-  
mäß dem fünften Ausführungsbeispiel ist mit den Einrich-  
tungen zur Einstellung der Temperatur und der Konzentra-  
tion der chemischen Flüssigkeiten auf gewünschten Tempe-  
raturen und gewünschte Konzentration in der chemischen  
Flüssigkeitszuführleitung, über die die chemischen Flüssig-  
keiten der Kammer 1 zugeführt werden, versehen. Da die  
Kammer 1 der Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung  
mit einer Temperaturreguliereinrichtung ausgestattet ist,  
kann die Reinigungswirkung und die Gleichmäßigkeit des  
Ätzens verbessert werden.

#### Sechstes Ausführungsbeispiel

Die Fig. 6(a) und 6(b) sind Konzeptansichten zur Erklä-  
rung eines Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahrens und  
einer Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß  
einem sechsten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Diese Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung ist mit  
Temperaturreguliereinrichtungen 30 in einer Zuführleitung 28  
für chemische Flüssigkeit und einer Zuführleitung 29 für  
reines Wasser an Positionen jeweils nahe einer Kammer 1  
versehen ist. Die Kammer 1 ist mit einer Megaschall-Oszil-  
lationsplatte 32 versehen (Megaschall ist Ultraschall mit ei-  
ner Frequenz von ungefähr 1 MHz, im vorliegenden Fall un-  
gefähr 850 kHz).

Wie in Fig. 6(a) gezeigt, wird ein Halbleiterwafer 2, d. h.  
ein Halbleiterwerkstück, in der Kammer 1 mittels von Füh-  
rungselementen 3 in einer vertikalen Position gehalten und  
gedreht, während eine chemische Bearbeitungsflüssigkeit  
(reinigende Flüssigkeit) oder reines Wasser 5 zur Reinigung  
des Halbleiterwafers 2 mittels von Düsen 4 auf den Halblei-  
terwafer 2 gesprüht werden.

Wie in Fig. 6(b) gezeigt, reguliert ein chemisches Flüssig-  
keitszuführsystem 27 die Temperatur und die Konzentration  
der Reinigungsflüssigkeit und führt die Reinigungsflüssig-  
keit über die Zuführleitung 28 für chemische Flüssigkeit der  
Kammer 1 zu. Reines Wasser mit einer gewünschten Tempe-  
ratur wird durch Mischen von heißen reinem Wasser und  
kaltem reinem Wasser hergestellt und reines Wasser wird  
über die Zuführleitung 29 für reines Wasser der Kammer 1  
zugeführt. Die jeweiligen Temperaturen der chemischen  
Flüssigkeit und des reinen Wassers verändern sich während  
die chemische Flüssigkeit und das reine Wasser jeweils

durch die Zuführleitungen 28 und 29 fließen. Daher sind die  
Temperaturreguliereinrichtungen 30 in der Zuführleitung 28  
für chemische Flüssigkeit und der Zuführleitung 29 für rei-  
nes Wasser für eine genaue Temperaturregulation der chemi-  
schen Flüssigkeit und des reinen Wassers an Positionen di-  
rekt vor der Kammer 1 angeordnet, um einen hohen Reini-  
gungseffekt sicherzustellen.

Nach der Reinigung des Halbleiterwafers 2 wird die  
Kammer 1 mit reinem Wasser 31 aufgefüllt. Die in der Kam-  
mer 1 ausgebildete Megaschall-Platte 32 wird zur Oszilla-  
tion angesteuert, um am Halbleiterwafer 2 anhaftende Parti-  
kel zu entfernen. Die effektive Fläche der Megaschall-Platte  
ist die Hälfte der Fläche der Wände der Kammer 1. Während  
des Megaschall-Reinigungsvorgangs werden die Füh-  
rungselemente 3 gedreht, um den Halbleiterwafer 2 zu drehen.  
Daher kann ein Megaschall-Effekt gleichmäßig auf den  
Halbleiterwafer 2 angewendet werden, auch wenn die effek-  
tive Fläche der Megaschall-Platte die Hälfte der Fläche der  
Wände der Kammer 1 ist.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung offensichtlich,  
ist die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung gemäß  
dem sechsten Ausführungsbeispiel mit den Temperaturre-  
guliereinrichtungen in der Zuführleitung für chemische Flüssig-  
keit von dem chemischen Flüssigkeitszuführsystem 27 und  
in der Zuführleitung für reines Wasser an Positionen nahe  
der Kammer 1 versehen. Daher können die Temperaturen  
der chemischen Flüssigkeit und des reinen Wassers genau  
gesteuert werden, um den Reinigungseffekt zu verbessern.  
Die Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung ist mit der  
Megaschall-Platte 32 zur Megaschall-Reinigung versehen,  
um einen hohen Reinigungseffekt zu erreichen.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung offensichtlich,  
werden erfindungsgemäß ein Reinigungsvorgang vom  
Sprühtyp und ein Reinigungsvorgang von Tauchtyp in Kom-  
bination zur Reinigung eines Halbleiterwerkstücks verwen-  
det. Daher kann das Halbleiterwerkstück schnell und wir-  
kungsvoll gereinigt werden.

Da die chemische Bearbeitungsflüssigkeit oder reines  
Wasser von der Umgebung durch die chemische Trock-  
nungsflüssigkeit oder den Dampf der chemischen Trock-  
nungsflüssigkeit isoliert sind, wenn die chemische Reini-  
gungsflüssigkeit oder reines Wasser vor dem Trocknen ab-  
geführt werden, kann das Halbleiterwerkstück gereinigt  
werden, ohne mit Wasser- bzw. Wasserstandsmarken be-  
fleckt zu sein.

Erfindungsgemäß kann das Halbleiterwerkstück umge-  
kehrt werden, wenn die untere Hälfte des Halbleiterwerk-  
stücks in die durch einen unteren Teil der Kammer in die  
Kammer zugeführte bearbeitende chemische Flüssigkeit  
eingetaucht ist, und dann wird die chemische Flüssigkeit  
fortwährend zugeführt. Daher kann das Halbleiterwerkstück  
gleichmäßig zum Ätzen und dergleichen verarbeitet werden.

Da die Temperatur oder die Konzentration der chemi-  
schen Bearbeitungsflüssigkeit oder des reinen Wassers, die  
der Kammer zuzuführen sind, reguliert werden können,  
wird die Reinigungswirksamkeit verbessert.

Da es möglich ist, daß die Halbleiterwerkstück-Reini-  
gungsvorrichtung die aus der Kammer abgeführte chemi-  
sche Flüssigkeit rückgewinnt und dieselbe nach Reinigung  
in die Kammer zurückführt, kann die chemische Flüssigkeit  
recycelt werden, die Reinigungskosten verringert werden  
und der Abfluß der chemischen Abfallflüssigkeit wird ver-  
ringert.

Desweiteren kann, wenn die wirkungsvolle Megaschall-  
Oszillation zur Reinigung verwendet wird, der Reinigungse-  
ffekt wirksam ohne Erhöhung der Kosten verbessert wer-  
den.

Offensichtlich sind im Licht der vorstehenden Lehren

zahlreiche zusätzliche Modifikationen und Veränderungen der vorliegenden Erfindung möglich. Daher ist verständlich, daß die Erfindung innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche anders als hier speziell beschrieben ausgeführt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung mit:  
einer Reinigungseinrichtung (12) zur Reinigung eines Halbleiterwerkstücks (2) durch Besprühen des Werkstücks (2) mit einer bearbeitenden chemischen Flüssigkeit und/oder reinem Wasser (5) in einer Kammer (1) und/oder durch Tauchen des Werkstücks (2) in die bearbeitende chemische Flüssigkeit und/oder reines Wasser (6) in der Kammer (1),  
einer Zuführeinrichtung zum Zuführen von trocknender chemischer Flüssigkeit oder Dampf in Kontakt mit der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder reinem Wasser, in das bzw. die das Halbleiterwerkstück (2) eingetaucht wird, und  
einer Zuführungseinrichtung zum Abführen der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder des reinen Wassers, die durch die trocknende chemische Flüssigkeit oder Dampf begrenzt sind.
2. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die bearbeitende chemische Flüssigkeit und/oder reines Wasser zur Reinigung des Halbleiterwerkstücks (2) gesprüht werden und dann der Kammer (1) eine andere bearbeitende chemische Flüssigkeit zugeführt wird, um das Halbleiterwerkstück (2) einzutauchen.
3. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser in die Kammer (1) über einen unteren Teil der Kammer (1) zugeführt oder aus ihr abgeführt wird.
4. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Halbleiterwerkstück (2) umgedreht wird, wenn die untere Hälfte des Halbleiterwerkstücks (2) in die bearbeitende chemische Flüssigkeit eingetaucht ist, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit der Kammer (1) zugeführt wird, und die bearbeitende chemische Flüssigkeit weiter der Kammer (1) zugeführt wird.
5. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die trocknende chemische Flüssigkeit über einen oberen Teil der Kammer (1) zugeführt wird und die trocknende chemische Flüssigkeit eine Grenzschicht (11) bildet, die eine obere Gasphase von einer unteren Flüssigphase trennt, wenn die trocknende chemische Flüssigkeit in Kontakt mit der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder reinem Wasser kommt oder sich darin löst.
6. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der trocknende chemische Dampf über einen oberen Teil der Kammer (1) zugeführt wird, so daß sich der trocknende chemische Dampf in einer Oberflächenschicht der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder des reinen Wassers löst oder kondensiert, um eine Blockierungs-Grenzschicht (11) in der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder dem reinen Wasser zu bilden.
7. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die trocknende chemische Flüssigkeit der Kammer (1) über einen unteren Teil der Kammer (1) zugeführt wird, um die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder das reine Wasser,

in die bzw. das das Halbleiterwerkstück (2) eingetaucht ist, durch die trocknende chemische Flüssigkeit zu ersetzen.

8. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die bearbeitende chemische Flüssigkeit aus einer Gruppe, die aus gemischter Flüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Ammoniak, Wasserstoffperoxid und Wasser; von Chlorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; von Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; von Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure); oder von Ozon und Wasser; oder aus elektrolytischem ionischen Wasser, besteht, ausgewählt ist.
9. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die bearbeitende chemische Flüssigkeit aus einer Gruppe, die aus gemischter Flüssigkeit, hergestellt durch Mischen von Fluorwasserstoffsäure und Wasser; von Fluorwasserstoffsäure, Wasserstoffperoxid und Wasser; oder von Fluorwasserstoffsäure, Ammoniumfluorid und Wasser (gepufferte Fluorwasserstoffsäure) besteht, ausgewählt ist und die bearbeitende chemische Flüssigkeit zur Oxidschichtentfernung verwendet wird.
10. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die trocknende chemische Flüssigkeit Isopropylalkohol oder Fluorinert ist.
11. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kammer (1) mit einer oder einer Mehrzahl von Düsen (4) zum Sprühen der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder reinem Wasser versehen ist.
12. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Sprüheinrichtung der Düse oder Düsen (4) verändert wird, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder reines Wasser gesprüht werden.
13. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei das innerhalb der Kammer (1) gehaltene Halbleiterwerkstück (2) gedreht wird, während die bearbeitende chemische Flüssigkeit oder das reine Wasser gesprüht werden.
14. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei verschiedene bearbeitende chemische Flüssigkeiten oder Wasser aufeinanderfolgend durch die Düse oder Düsen (4) innerhalb der Kammer (1) auf das Werkstück (2) gesprüht werden.
15. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, weiterhin mit einer Einrichtung (25) zum Erhitzen der oder des bei einer vorbestimmten Temperatur zur Kammer (1) zuzuführenden bearbeitenden chemischen Flüssigkeit oder reinen Wassers oder zur Regulierung der Konzentration der bearbeitenden chemischen Flüssigkeit.
16. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, weiterhin mit einer Temperaturreguliereinrichtung (26) zur Regulierung der Temperatur im Inneren der Kammer (1).
17. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, weiterhin mit einer Rückgewinnungseinrichtung (15) zur Rückgewinnung der aus der Kammer (1) abgeführten bearbeitenden chemischen Flüssigkeit und zum Rückführen derselben in die Kammer (1).
18. Halbleiterwerkstück-Reinigungseinrichtung nach



einem der Ansprüche 1 bis 17, weiterhin mit einer an der Kammer (1) angeordneten Megaschall-Oszillationseinrichtung (32).

19. Halbleiterwerkstück-Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei die Megaschall-Oszillationseinrichtung (32) an einem Abschnitt der Kammer (1) angeordnet ist und das Halbleiterwerkstück (2) gedreht wird, um den Megaschall-Effekt auf das gesamte Halbleiterwerkstück (2) anzuwenden.

20. Halbleiterwerkstück-Reinigungsverfahren, das unter Verwendung der Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19 durchgeführt wird.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1(a)  
\*

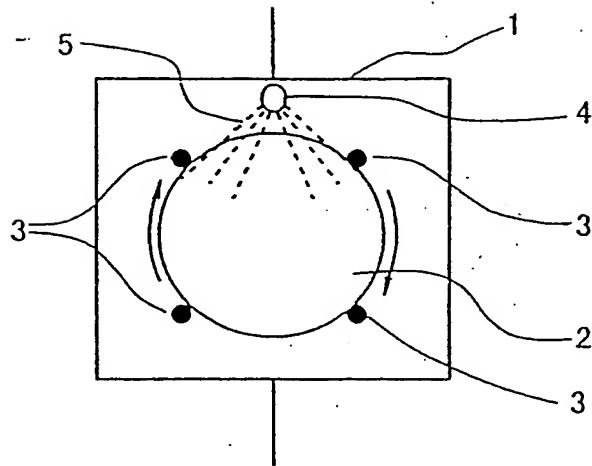


FIG.1(b)  
\*

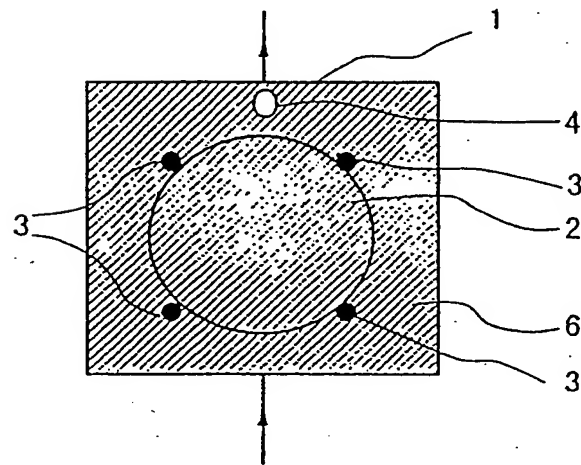
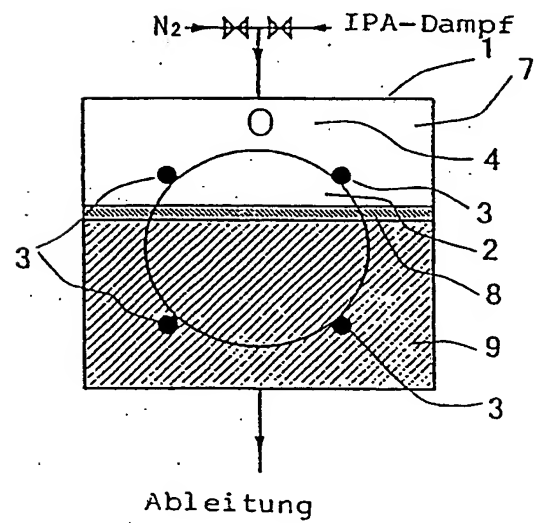


FIG.1(c)  
\*



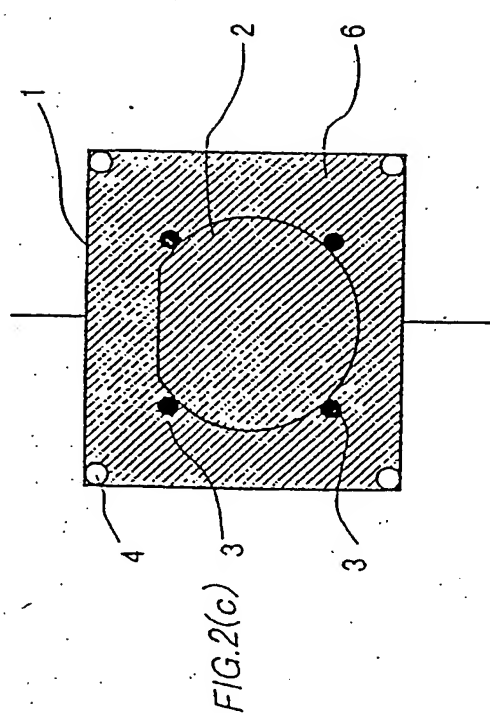
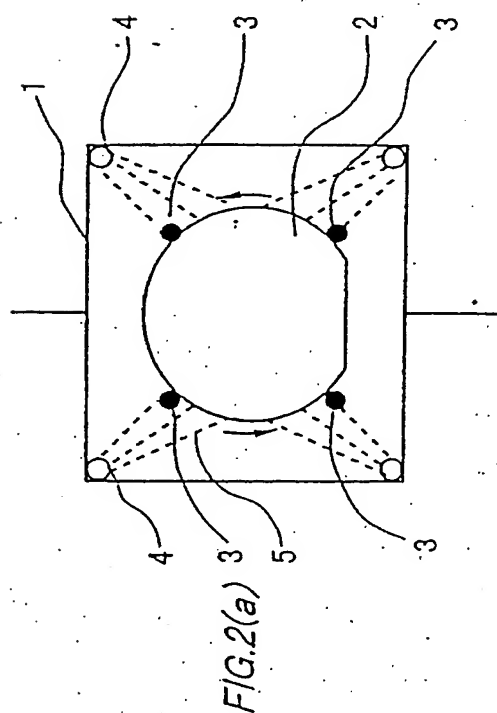
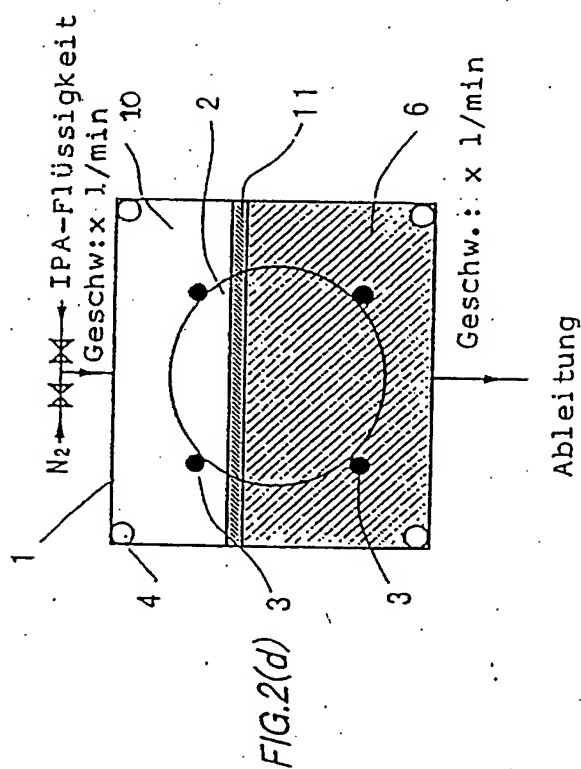
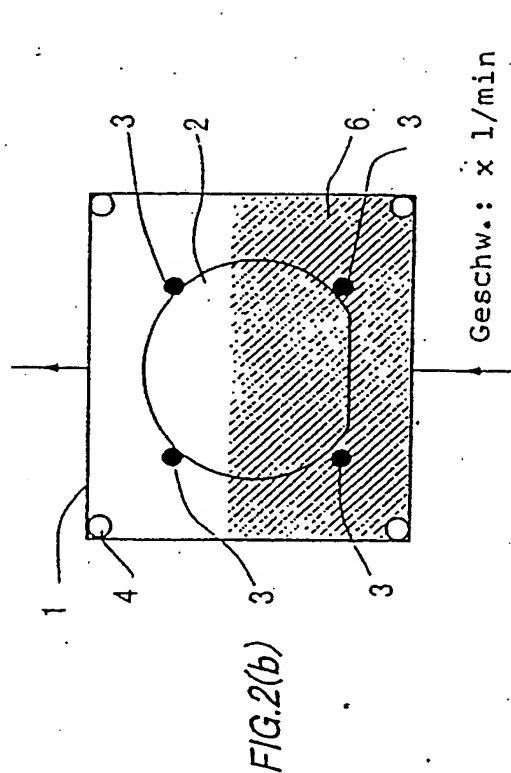


FIG.3

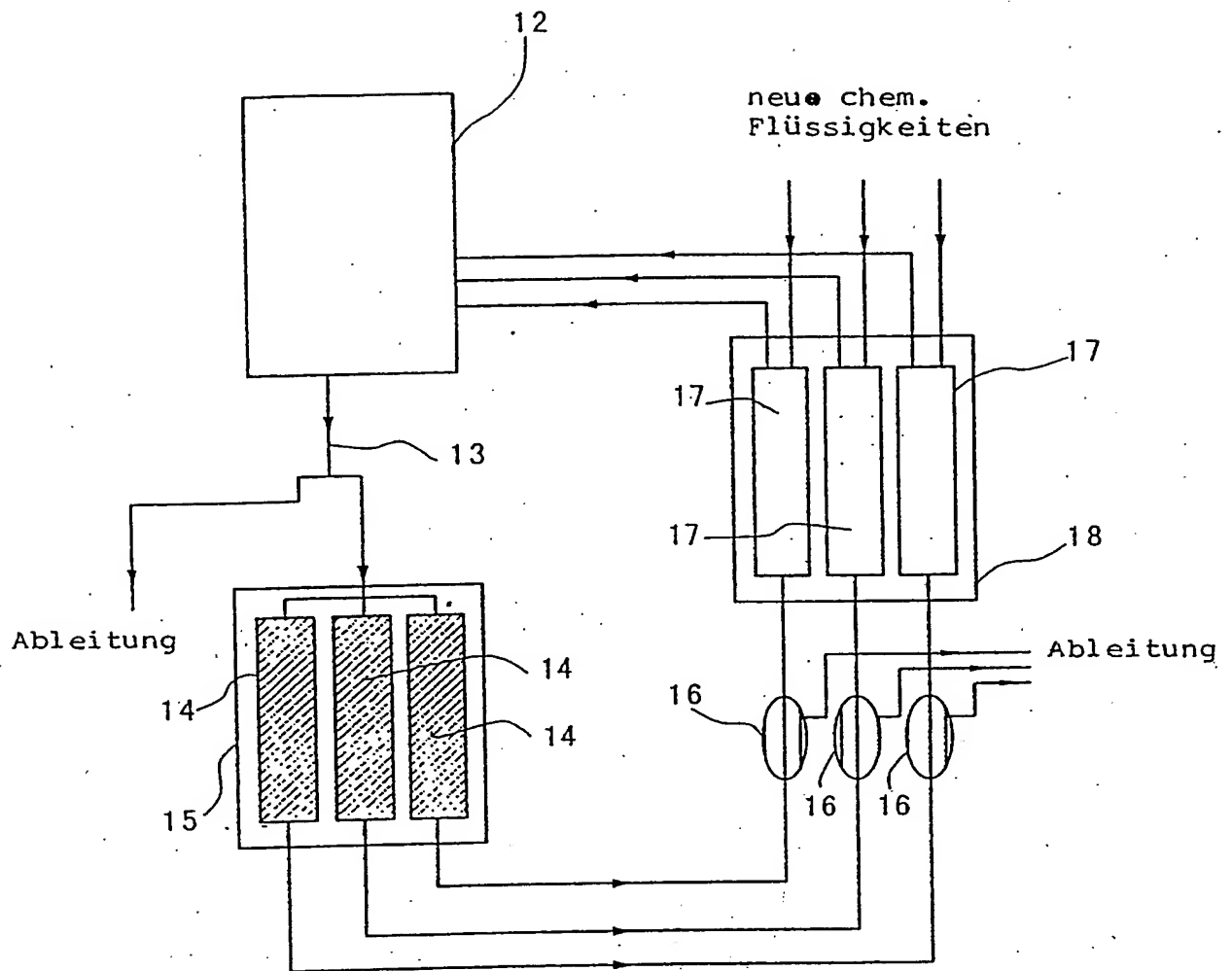


FIG.4(a)

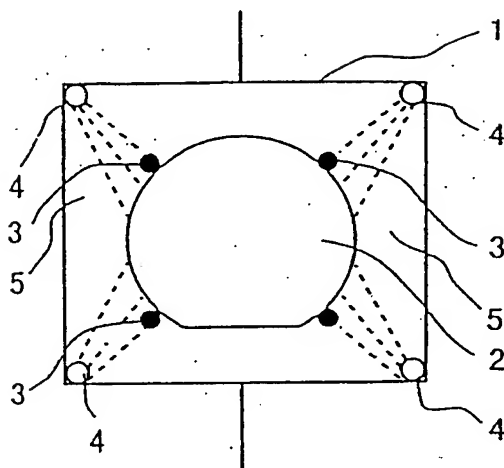


FIG.4(b)

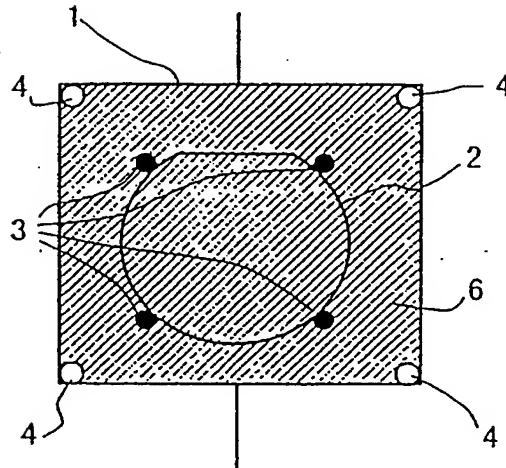


FIG.4(c)

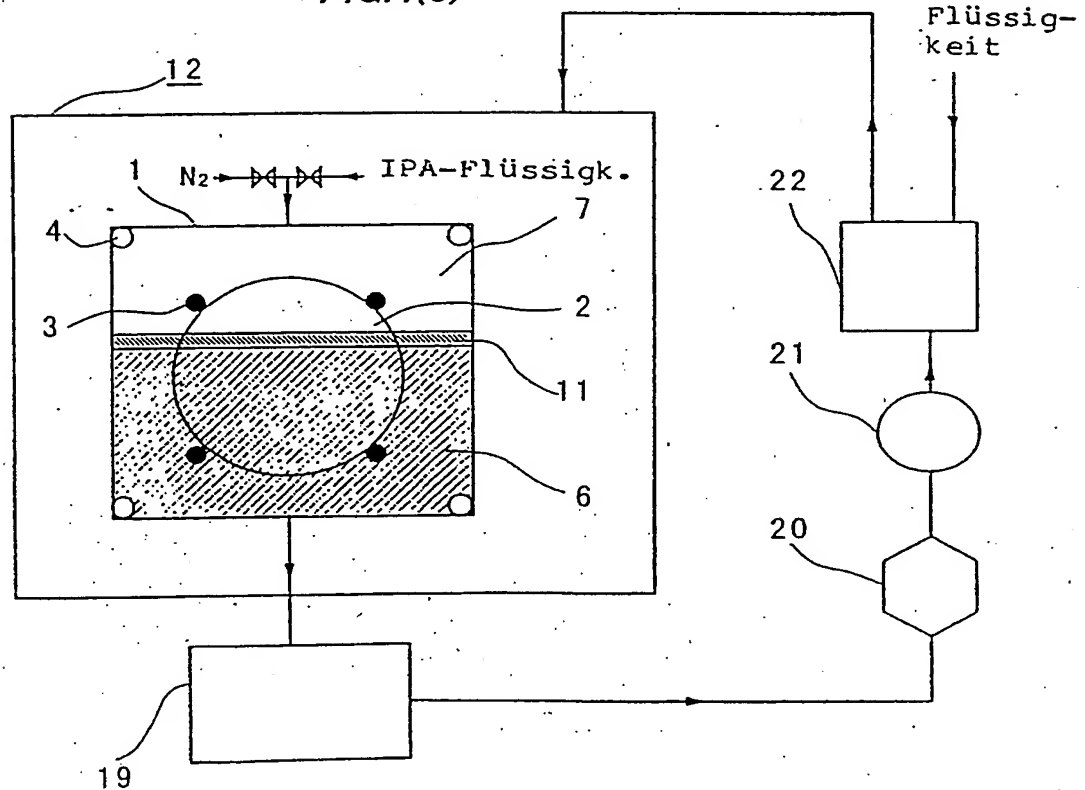




FIG.5

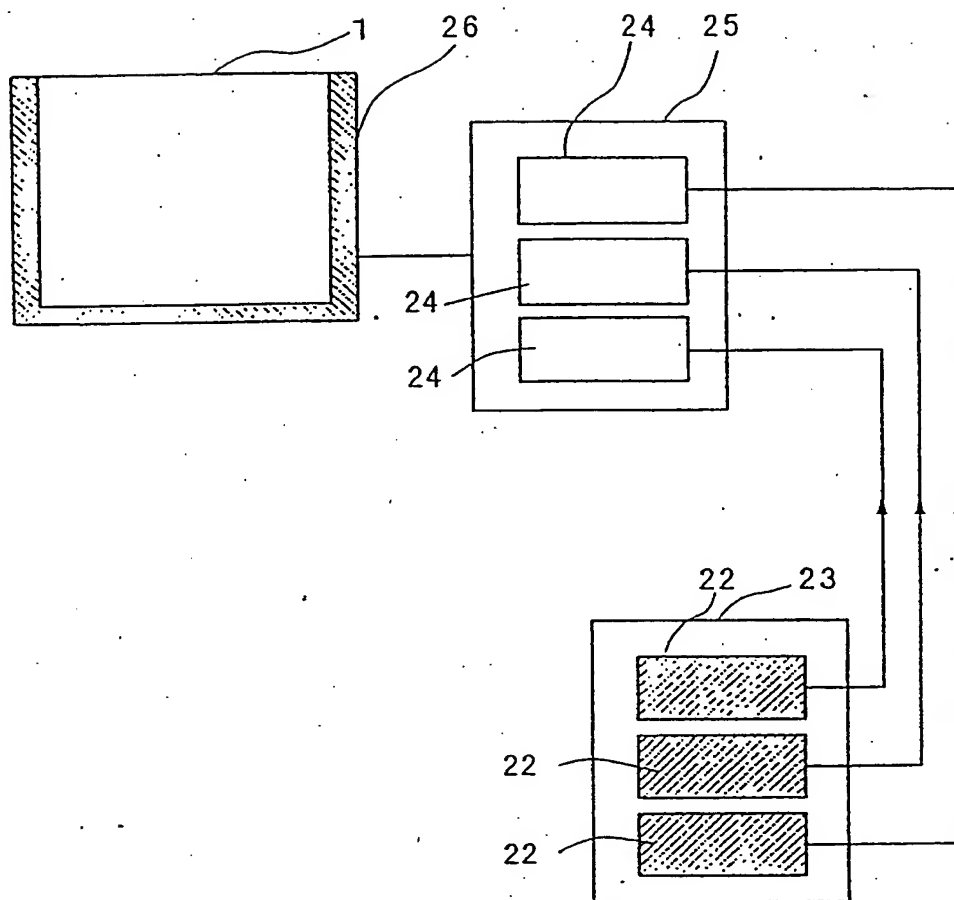


FIG.6(a)

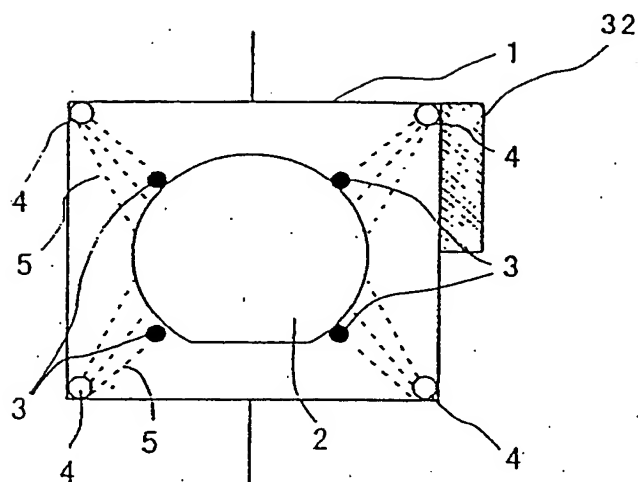


FIG.6(b)

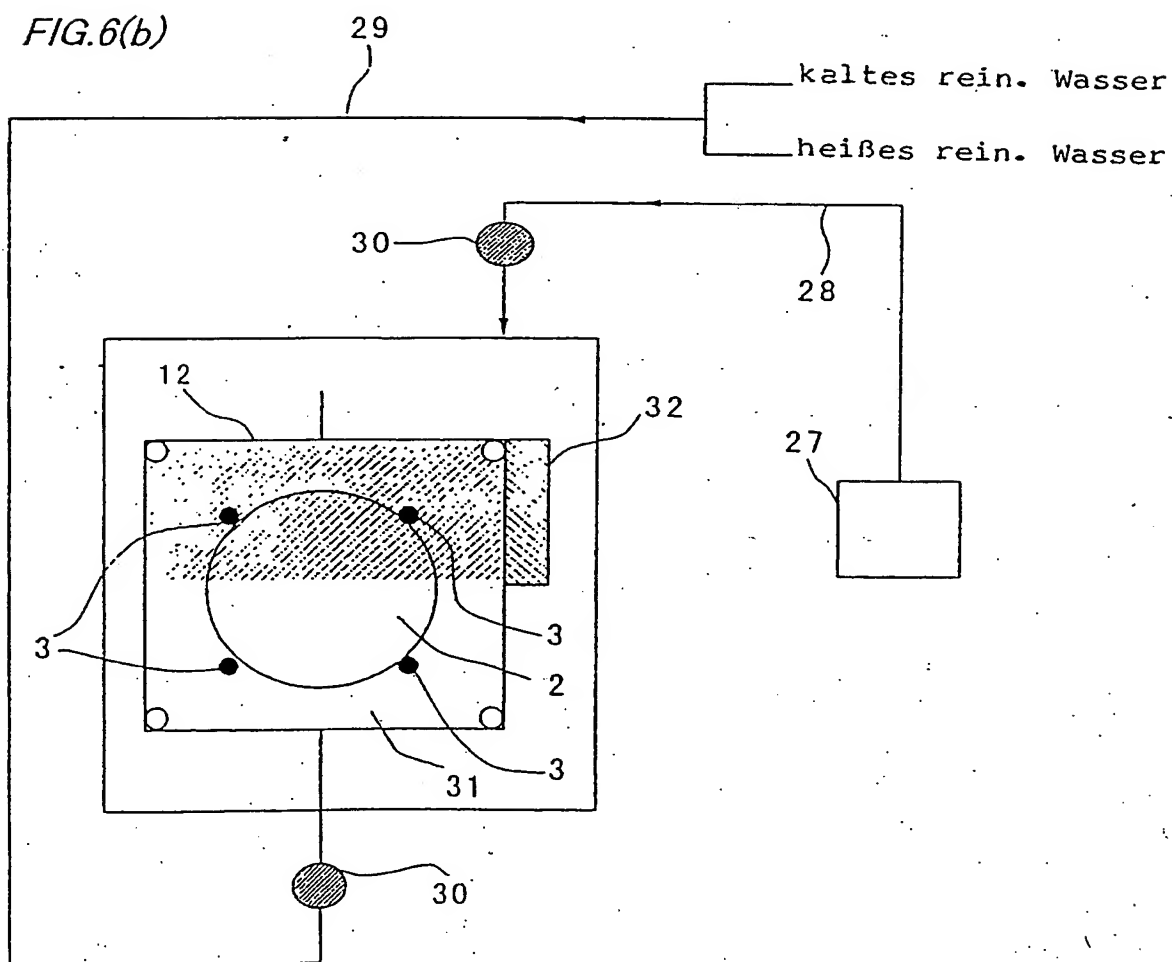


FIG. 7

STAND DER TECHNIK

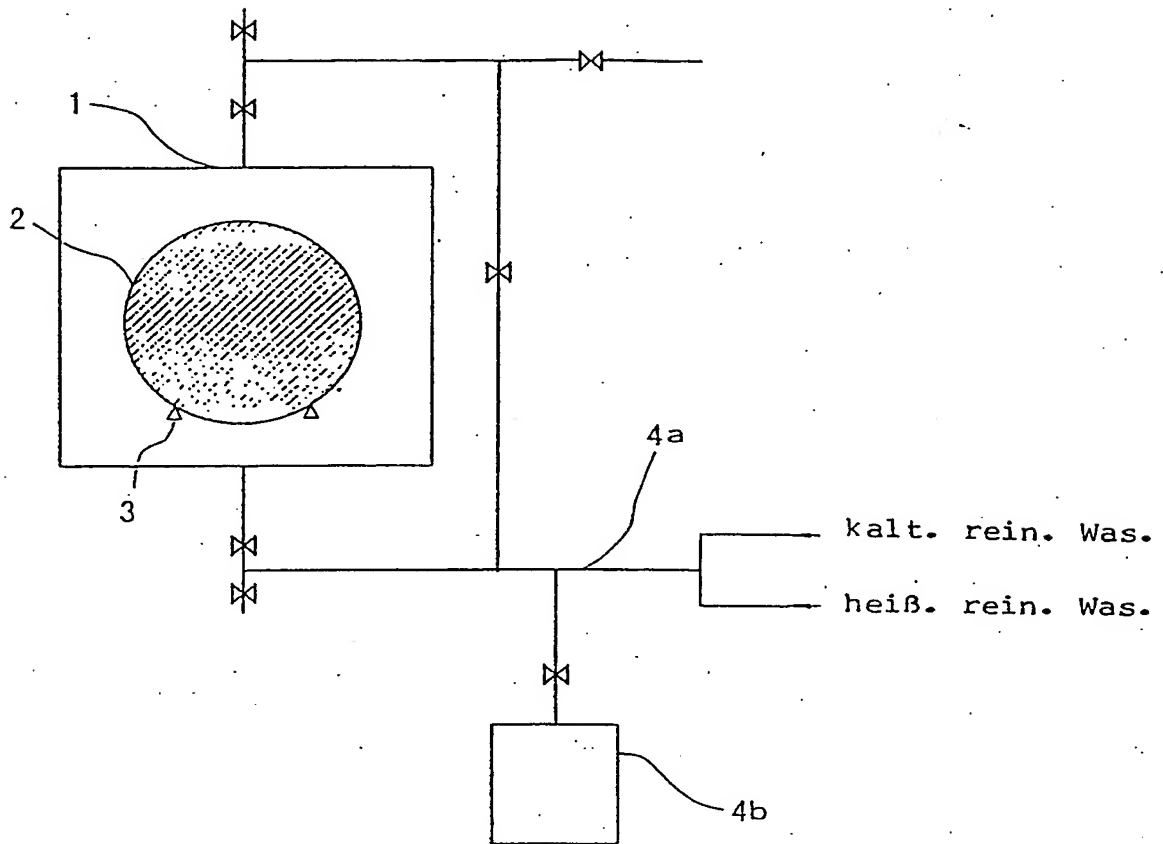


FIG. 8

STAND DER TECHNIK

